



Ciudad de leyes

# Foro Metropolitano

**"El reto: 1o. el agua"**



**Colegio de Ingenieros  
Civiles de México, A.C.**

**Abastecimiento de agua potable  
a la Zona Metropolitana del  
Valle de México**

**Ing. Luis F. Robledo Cabello**

AVANCE



# ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

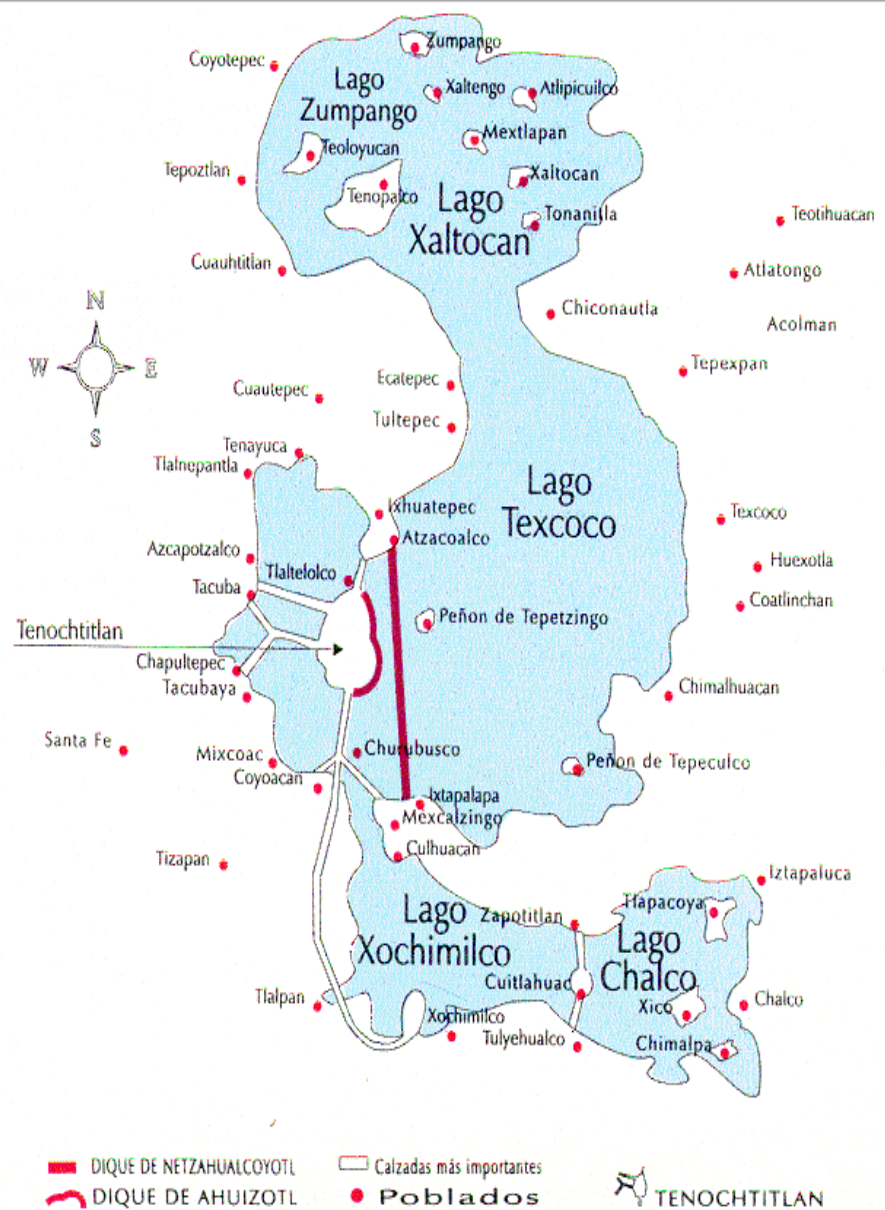


**Y allí vieron, allí contemplaron desde aquella altura, la gran Ciudad de México; su ávidos ojos abarcaron la extensión del agua; las poblaciones asentadas en la orilla de los lagos...**

**Todo lo vieron y el corazón se les colmó de gozo..."**

6 de Noviembre de 1519

# México en 1520



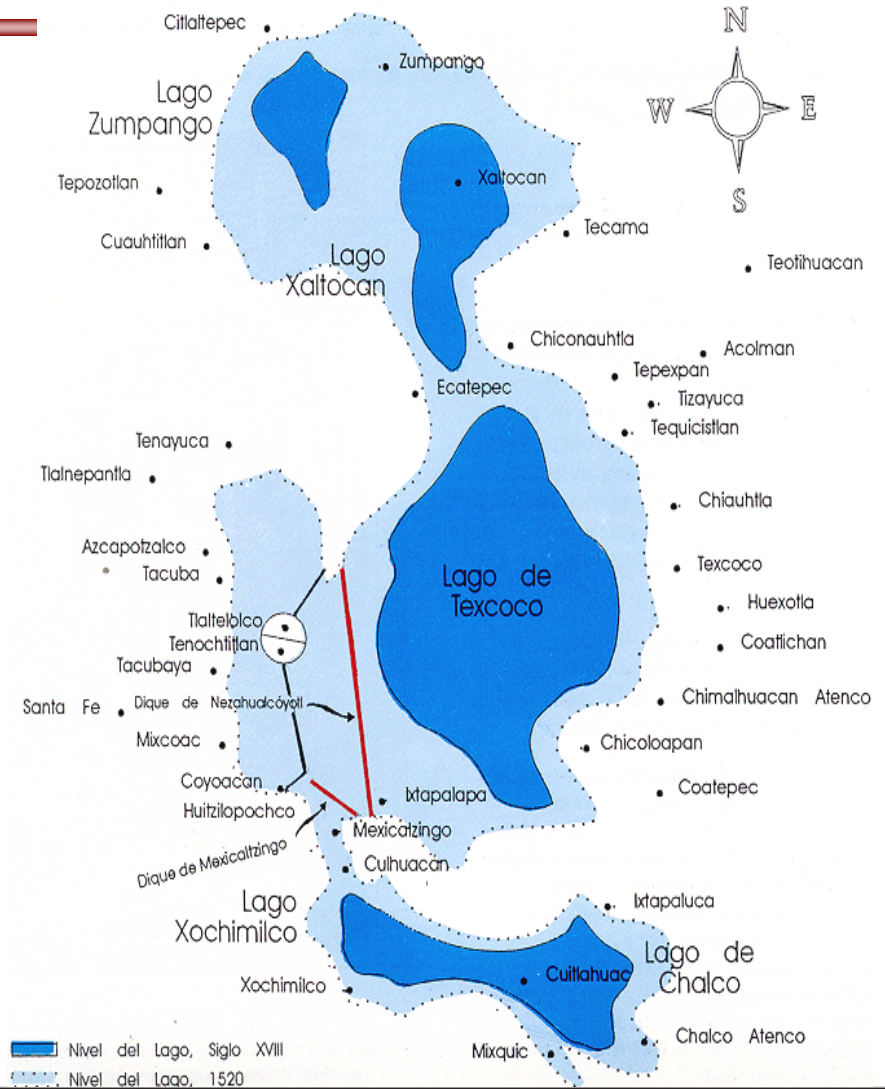
**Ciudad México**  
**Ciudad de Leyes**

**Foro Metropolitano**  
 "El reto: 1o. el agua"



**AVANCE**  
**RETORNO**

# México Siglo XVIII



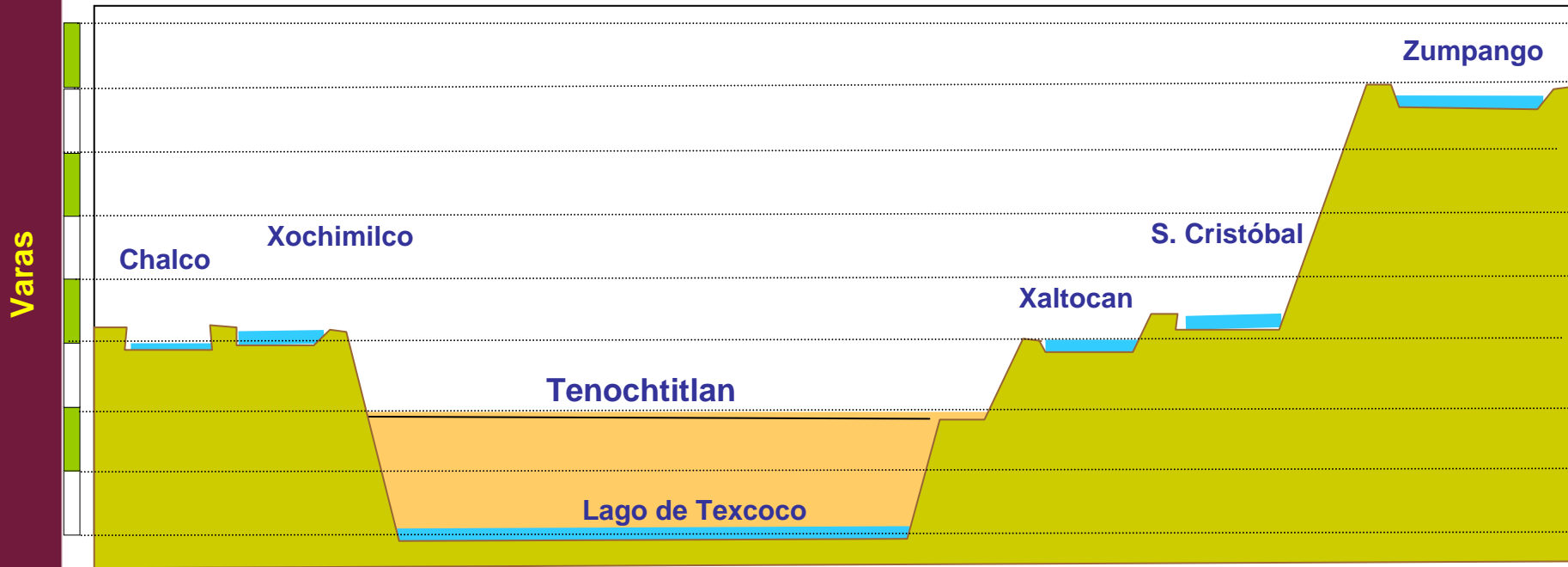
# Túnel de Nochistongo



**“ De 1607 a 1830, se habían gastado ocho millones de pesos y la gran obra no llegaba aun su fin.”**



# Elevación de los Lagos Siglo XVIII



**Túnel de Nochistongo  
1607 - 1830**

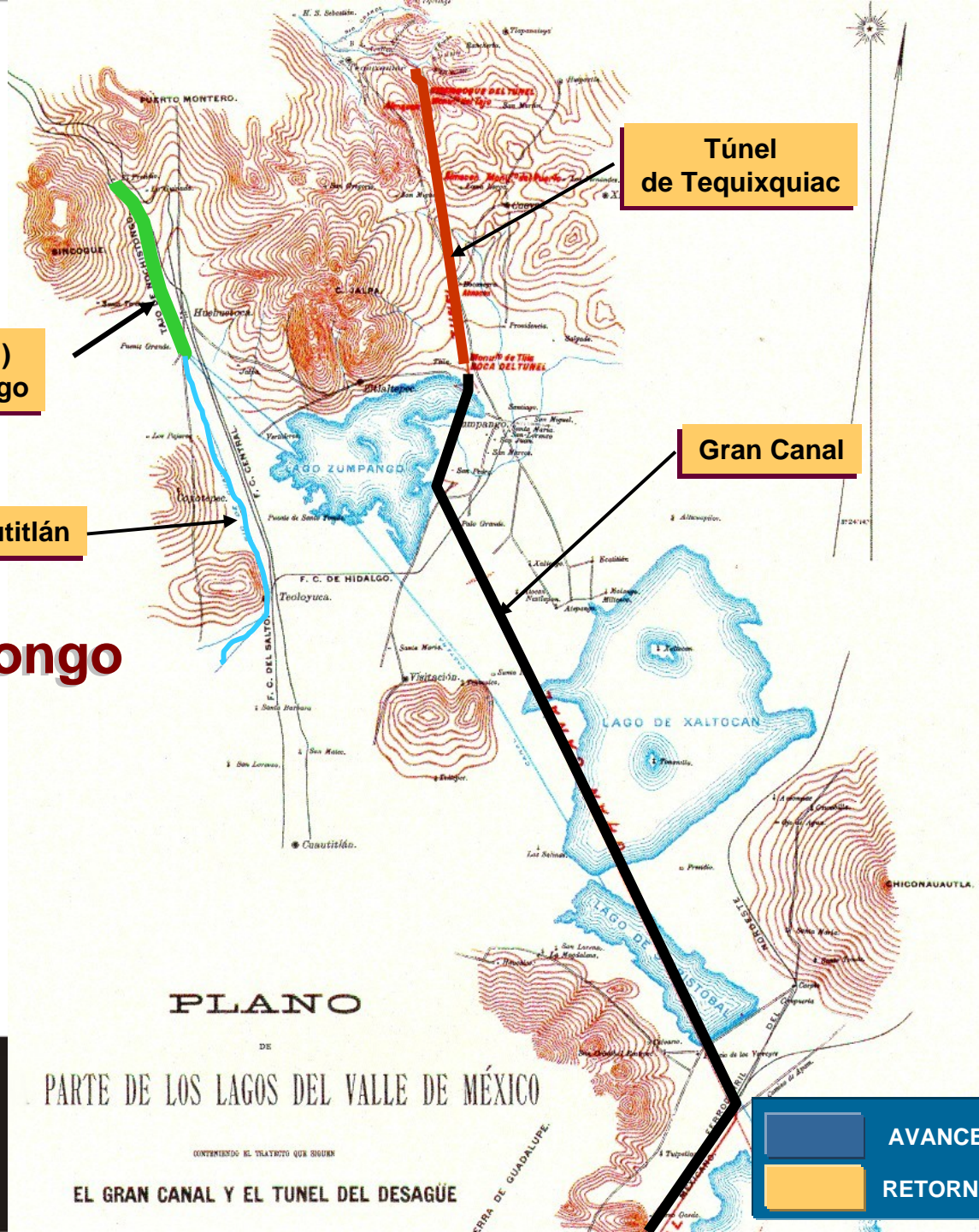
**Gran Canal  
1867 - 1910**

**Túnel ( Tajo )  
de Nochistongo**

**Río Cuautitlán**

**Túnel  
de Tequixquiac**

**Gran Canal**



  
Ciudad de leyes  
**Foro Metropolitano**  
"El reto: 1o. el agua"



**AVANCE**  
**RETORNO**

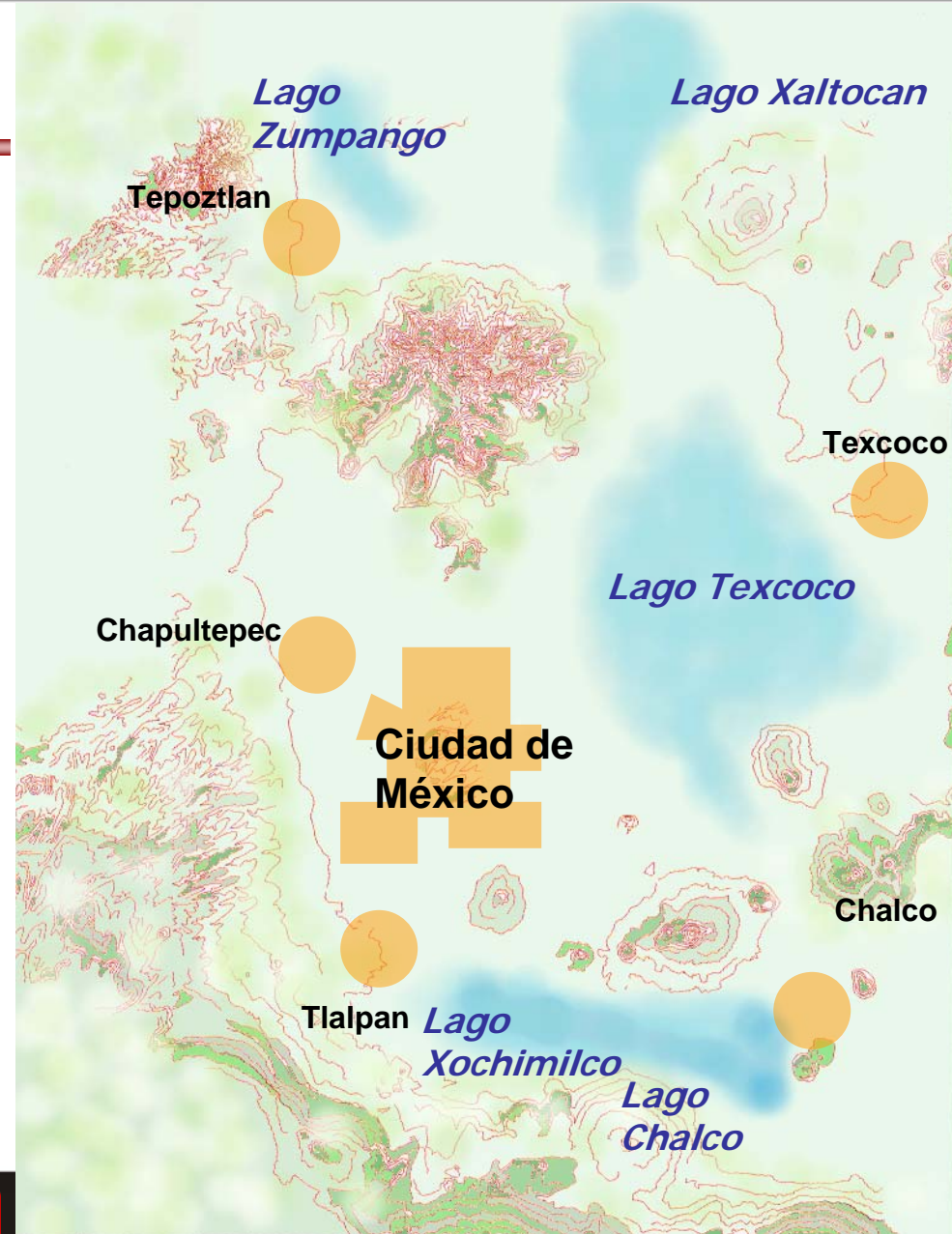
PLANO DE PARTE DE LOS LAGOS DEL VALLE DE MÉXICO

EL GRAN CANAL Y EL TUNEL DEL DESAGÜE



# México Siglo XVIII

La reducción de los lagos es notable y el crecimiento de las localidades es mayor



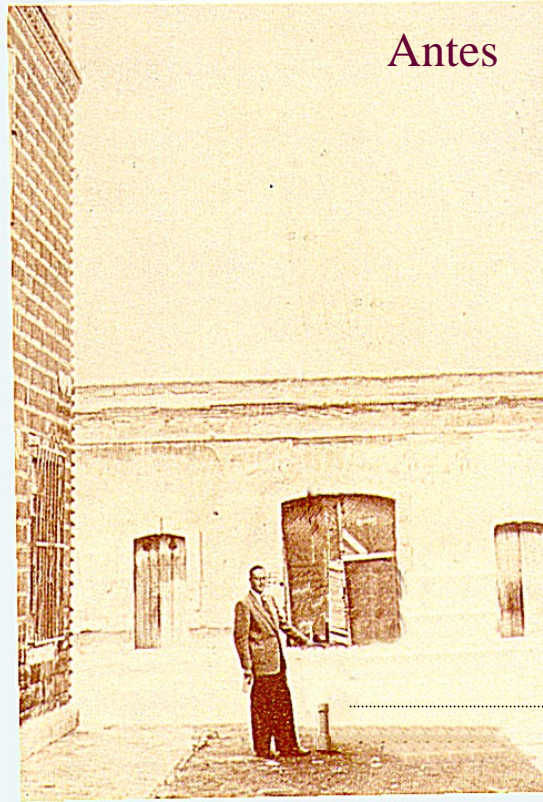
# México en 1900

**El abastecimiento de Agua Potable se da mediante fuentes locales ( pozos principalmente) y en Drenaje se construye el Gran Canal**



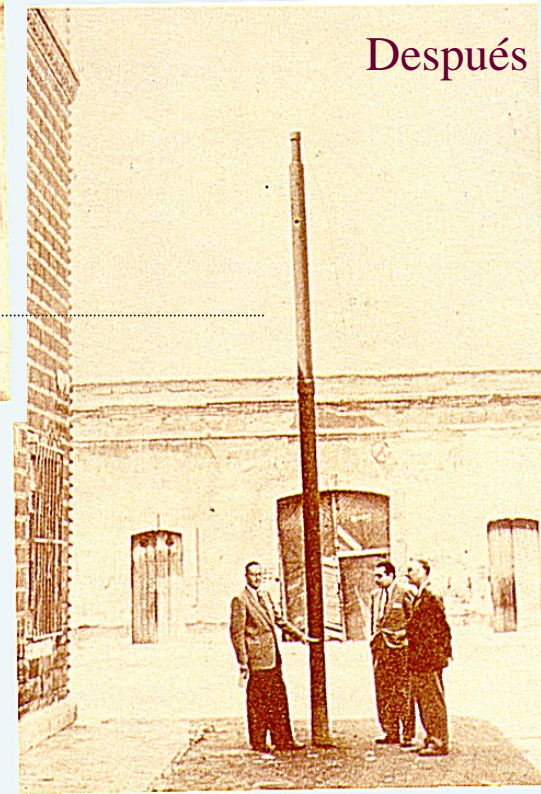
**En el año de 1947, el muy talentoso doctor Nabor Carrillo, demostró que el hundimiento de la Ciudad de México se debía a la consolidación del estrato arcilloso superior del subsuelo, producida por la pérdida de la presión acuífera debida a la extracción del agua del mismo subsuelo.**

Antes



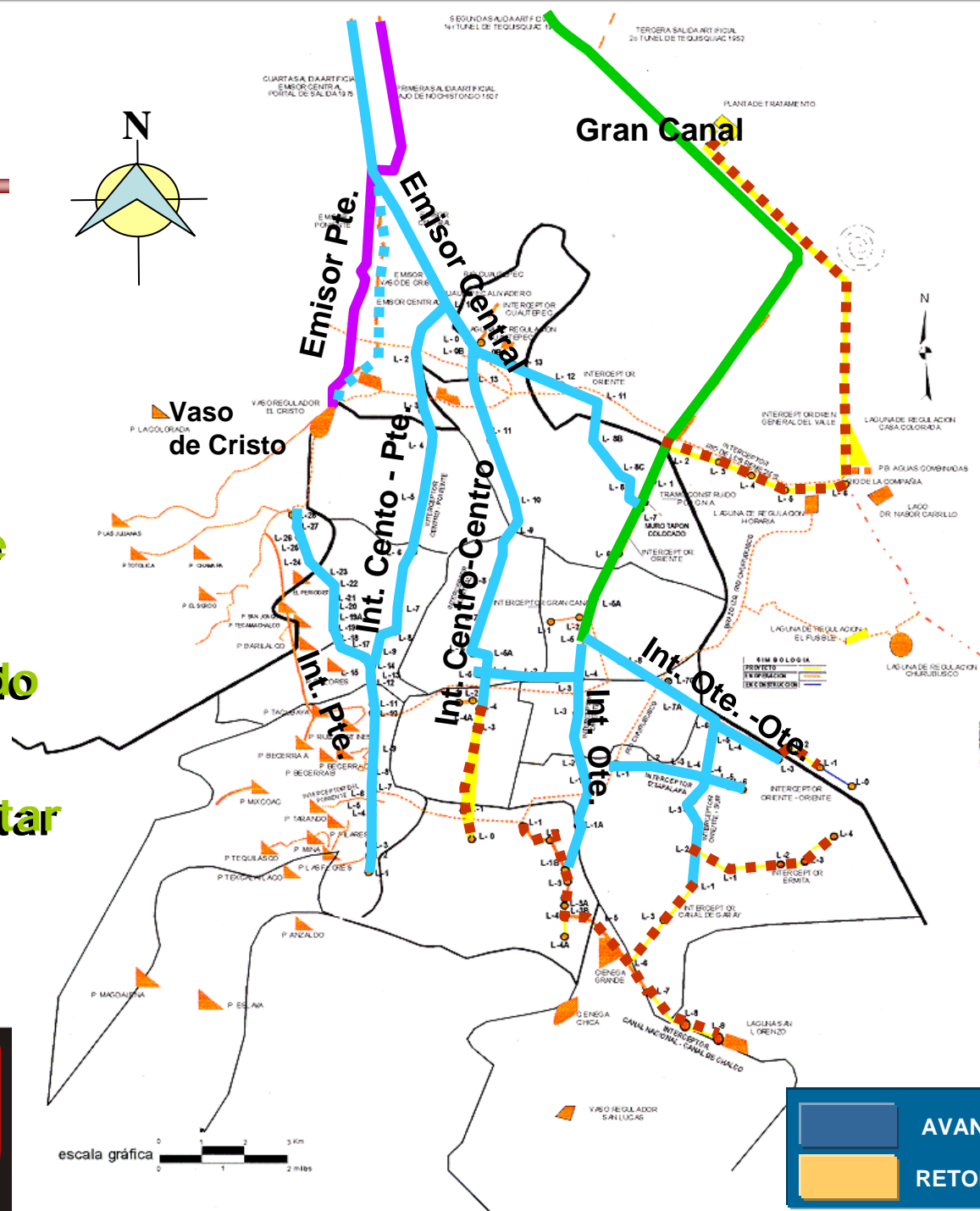
**Tubos de Pozo Artesiano**

Después



# Red de Drenaje Actual

- Gran Canal
- Emisor Poniente
- Drenaje Profundo
- Obras por Ejecutar





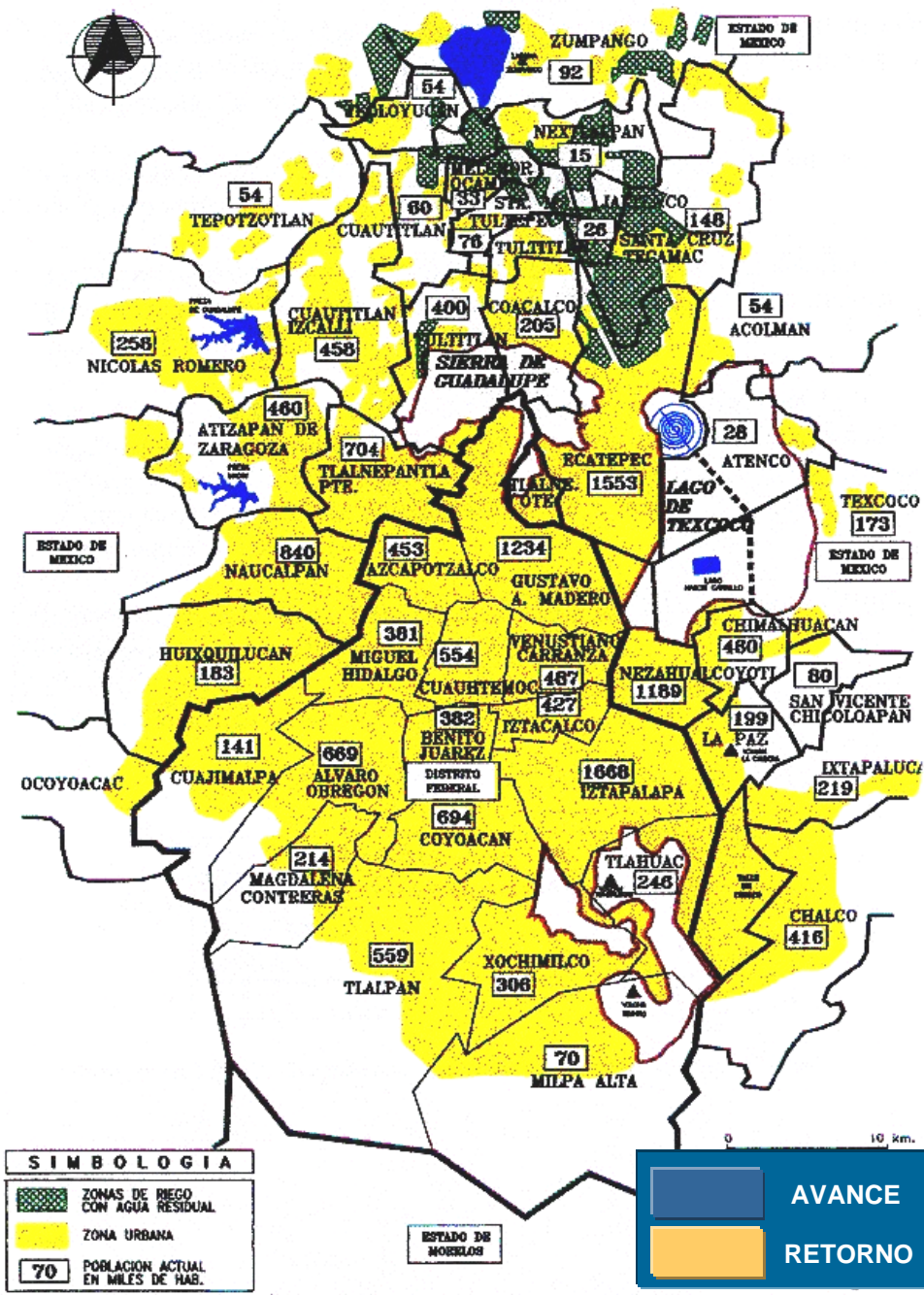


**Foro Metropolitano**  
"El reto: 1o. el agua"

AVANCE
  RETORNO

# Densidad de población por delegación y Municipios en la ZMVM

## AREA URBANA Y POBLACION ACTUAL EN MILES DE HABITANTES



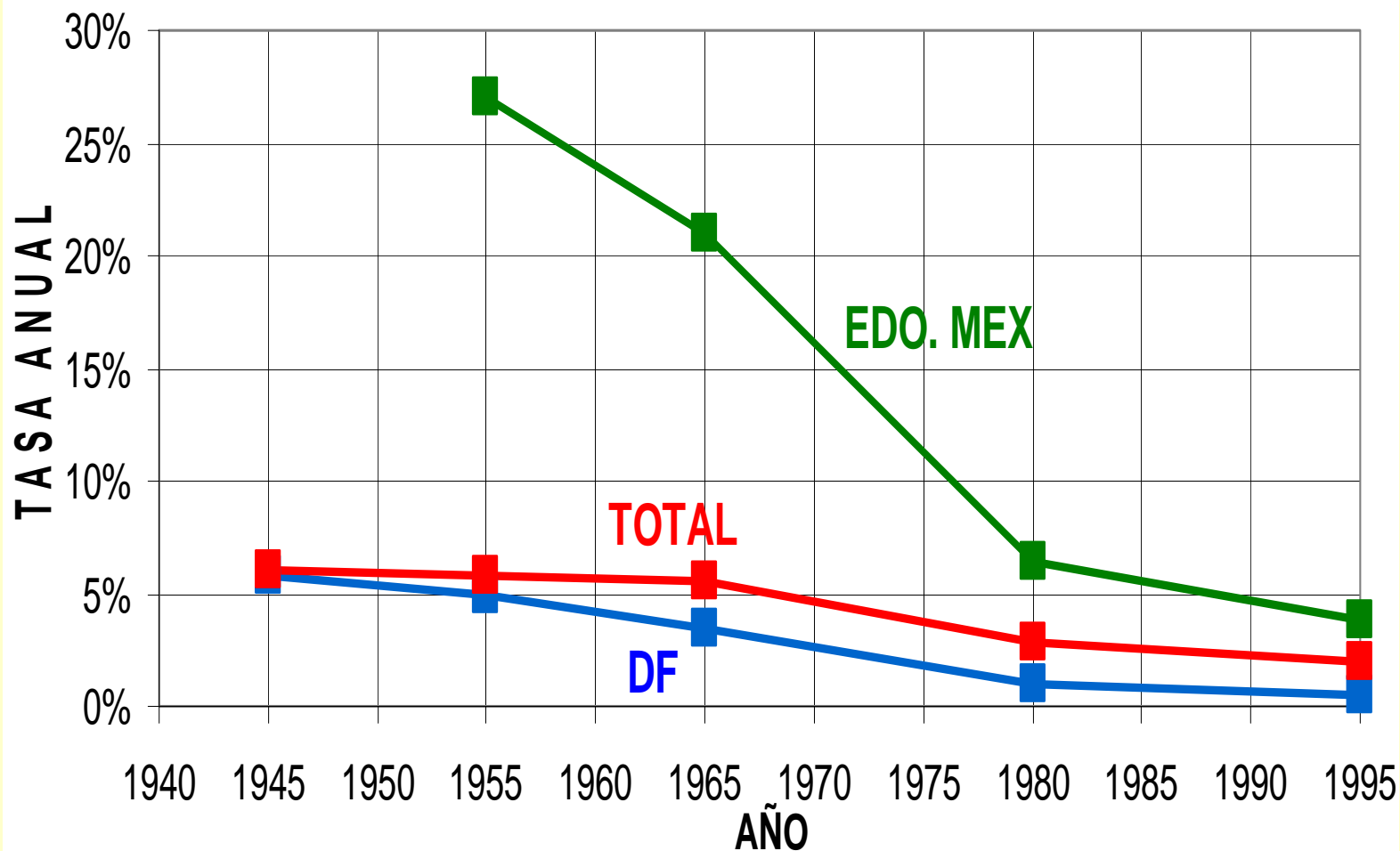
**Foro Metropolitano**

"El reto: 1o. el agua"



# Crecimiento demográfico de la ZMVM

## TASA ANUAL DE CRECIMIENTO EN LA ZMVM

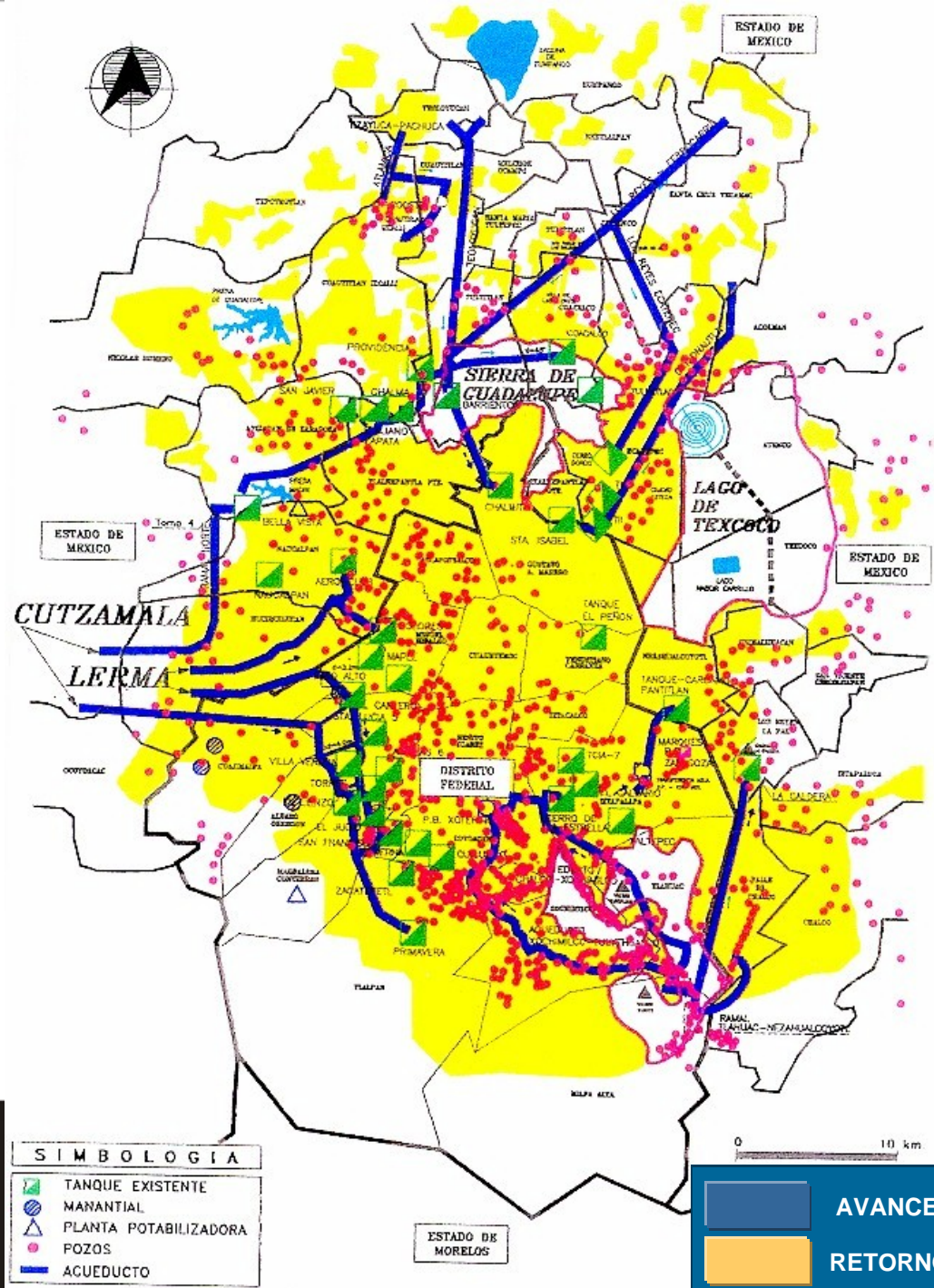


# Abastecimiento de agua a la ZMVM

Fuente	Gasto m <sup>3</sup> /s
Pozos del Valle	42.0*
Cutzamala	15.0
Lerma	5.0
<b>Total</b>	<b>62.0</b>

( \* ).- Se incluyen 1.4 m<sup>3</sup>/s de aguas de manantiales y escurrimientos superficiales

# Acueductos y fuentes de abastecimiento dentro del Valle de México



**Foro Metropolitano**

**"El reto: 1o. el agua"**





# Extracciones subterráneas en el norte y sur del Valle de México, 2005

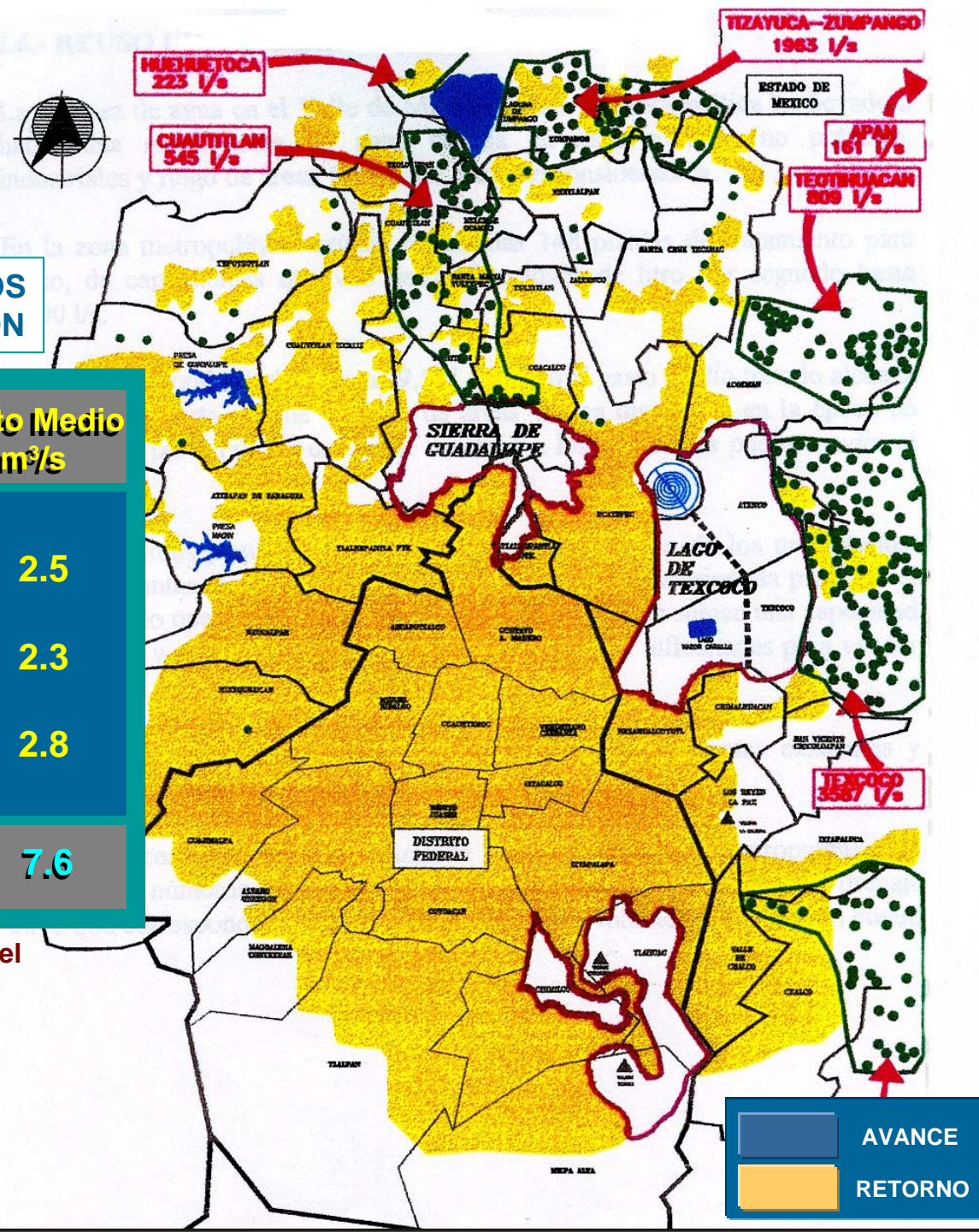
Fuente	Gasto m <sup>3</sup> /s	
	NORTE	SUR
Municipal	11.1	26.9
Particular	2.0	0.5
Riego	2.6	5.0
<b>Total</b>	<b>15.7</b>	<b>32.4</b>

# Pozos para riego

## UTILIZACIÓN DE AGUA DE POZOS DEL ACUÍFERO PARA IRRIGACIÓN

	No. de Pozos	Gasto Medio m <sup>3</sup> /s
Titulados	489	2.5
En unidades de riego	149	2.3
Por titular	824	2.8
<b>Total</b>	<b>1,462</b>	<b>7.6</b>

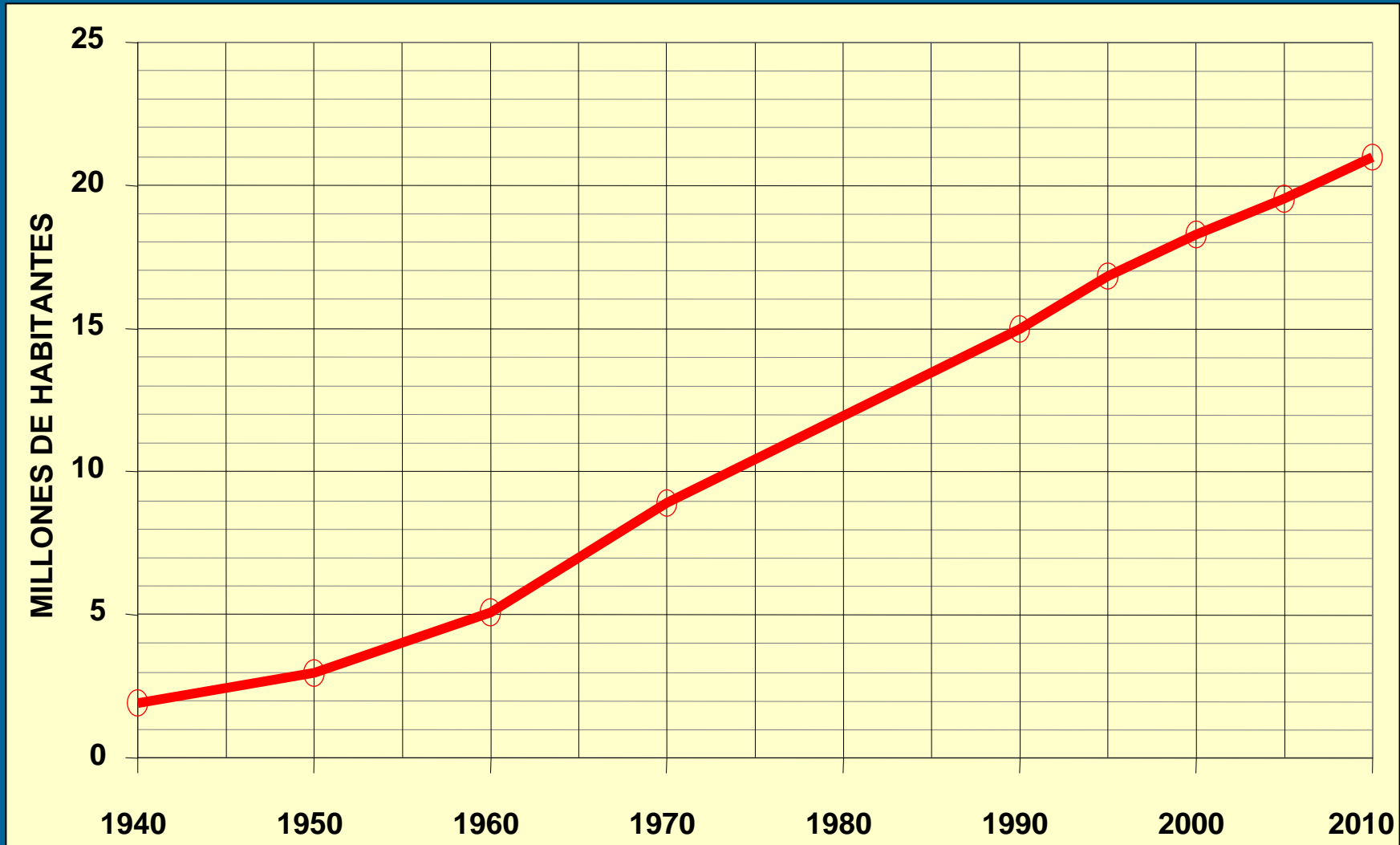
Fuente.- Gerencia Regional de Aguas del Valle de Mexico



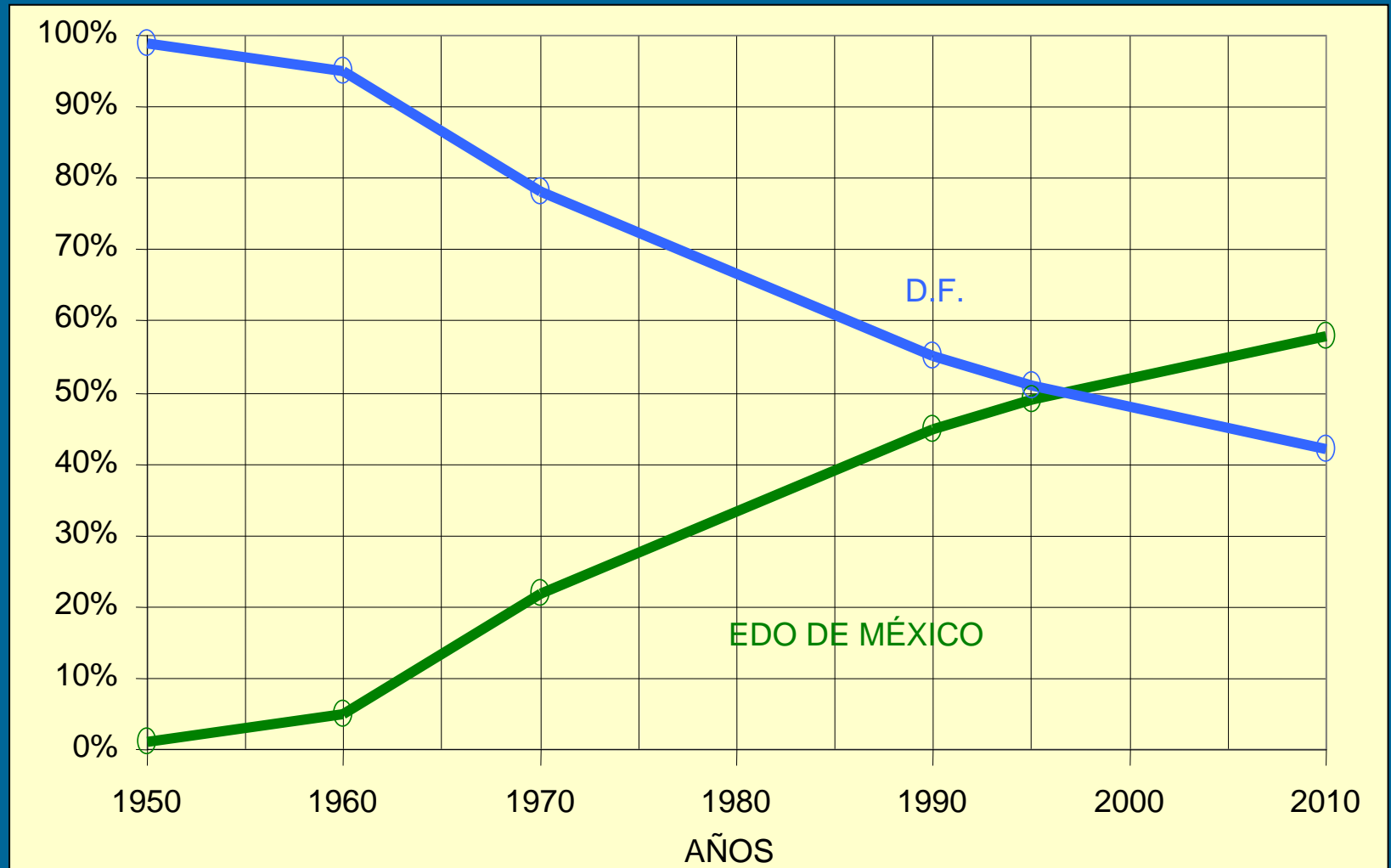
Ciudad Mexico  
 Ciudad de leyes  
**Foro Metropolitano**  
 "El reto: 1o. el agua"

AVANCE  
 RETORNO

# Población total en la ZMVM



# Distribución de la población de la ZMVM entre D.F. y Estado de México



## DEMANDA = CONSUMO + FUGAS EN LA RED

### Consumo Estimado:

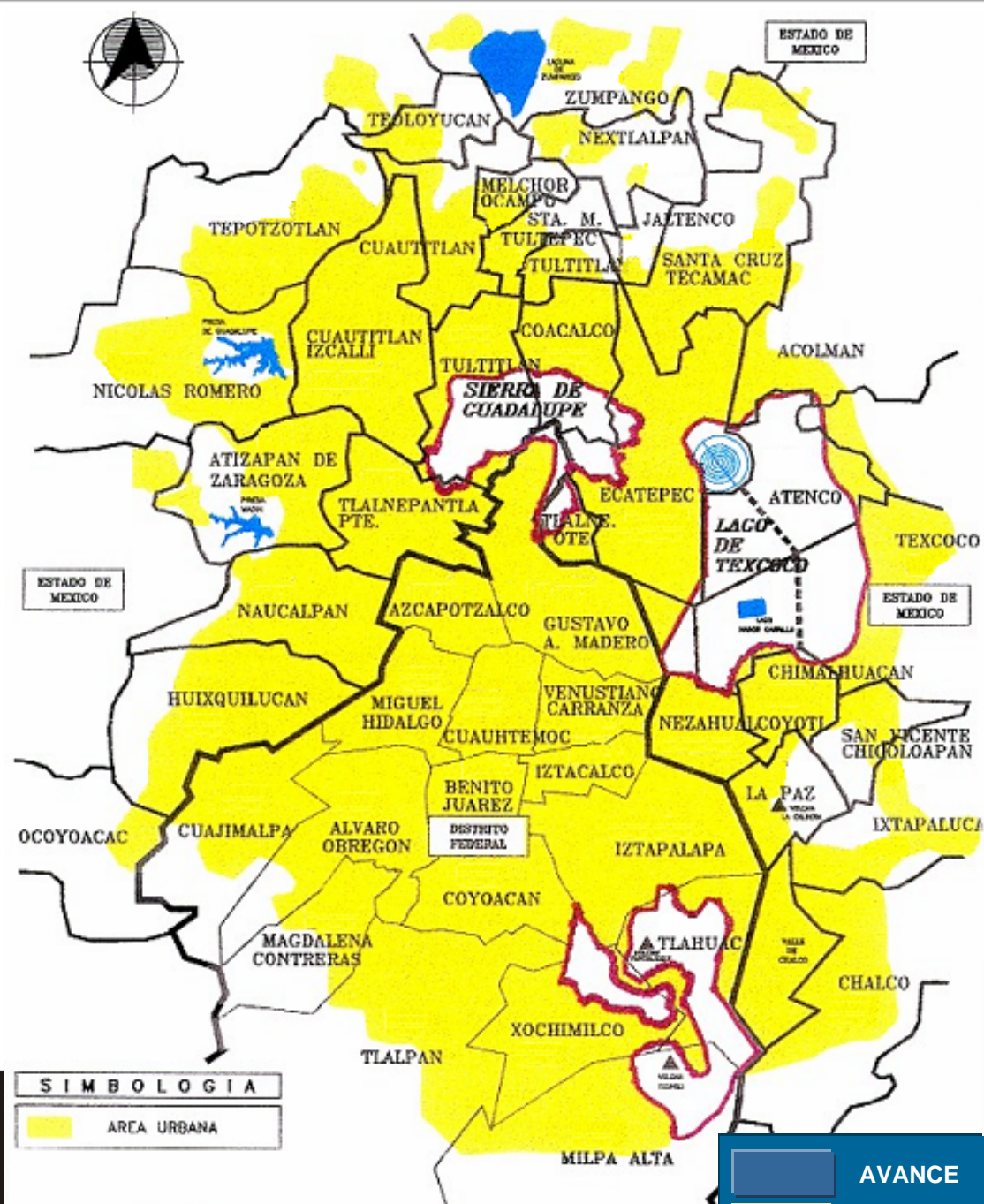
$$200 \text{ l/hab. día} * 18.0 \text{ mill. de hab} / 86,400 \text{ seg./día} = 41.6 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Fugas:

$$\text{Fugas} = \text{Oferta} - \text{Consumo} = 62 - 41.6 = 20.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Fugas} = 33\%$$

# Área Urbana 2025



**Foro Metropolitano**  
"El reto: 1o. el agua"



# ¿Es sustentable el Valle de México en función de la disponibilidad de agua?

**DEMANDA ACTUAL:** **72 m<sup>3</sup>/s**

18 Millones de habitantes

Dotación 350 litros diarios por habitante

**OFERTA ACTUAL:** **62 m<sup>3</sup>/s**

Pozos Valle de México 42 m<sup>3</sup>/s

Pozos Lerma 5 m<sup>3</sup>/s

Cutzamala 15 m<sup>3</sup>/s

**DÉFICIT ACTUAL:** **10 m<sup>3</sup>/s**

# Año 2016

**DEMANDA AÑO 2016:** **79.2 m<sup>3</sup>/s**

**Tasa de crecimiento poblacional: 1%**

**19.8 Millones de habitantes**

**Dotación 350 litros diarios por habitante**

**Crecimiento de la demanda: 7.2 m<sup>3</sup>/s**

**OFERTA SIN NUEVAS FUENTES AÑO 2016:** **62 m<sup>3</sup>/s**

**DÉFICIT AÑO 2016:** **17.2 m<sup>3</sup>/s**



# Recuperación de agua

**Proceso lento y con inversión continua sin nuevas fuentes**

**Fugas actuales (33%):** **20.4 m<sup>3</sup>/s**

## **ALTERNATIVA 1:**

**Reducir un 5% en 10 años:** **2.5 m<sup>3</sup>/s**

**Déficit año 2016:** **14.7 m<sup>3</sup>/s**

## **ALTERNATIVA 2:**

**Reducir un 10% en 10 años:** **5.6 m<sup>3</sup>/s**

**Déficit año 2016:** **11.6 m<sup>3</sup>/s**

# Sobreexplotación de Acuíferos del Valle de México

<b>RECARGA ACTUAL:</b>	<b>25.0 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>EXTRACCIÓN ACTUAL:</b>	<b>49.6 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>SOBREEXPLORACIÓN:</b>	<b>24.6 m<sup>3</sup>/s</b>

## CONSECUENCIAS:

- Hundimientos del suelo (40 cm anuales en Chalco, 25 cm anuales en el Aeropuerto)
- Agrietamientos del suelo (daños a edificios y estructuras)
- Inundaciones mayores y más extensas
- Deterioro de la calidad del agua de pozos (fierro y manganeso)
- Abatimiento de niveles en los pozos
- Pérdida continua de pendiente del Gran Canal
- Nuevo sistema de drenaje profundo (inversión importante)

# Recuperación de Acuíferos

## Escenarios y déficits de oferta en el año 2016

ACCIONES DE RECUPERACIÓN	SOBREEXPLOTACIÓN (m <sup>3</sup> /s)	DÉFICIT 2016 (m <sup>3</sup> /s)
Mantener sobreexplotación actual	24.6	17.2
Reducir en 4.6 m <sup>3</sup> /s	20.0	21.8
Reducir en 9.6 m <sup>3</sup> /s	15.0	26.8
Reducir en 14.6 m <sup>3</sup> /s	10.0	31.8
Reducir en 19.6 m <sup>3</sup> /s	5.0	36.8
Reducir en 24.6 m <sup>3</sup> /s	0	41.8

# Escenarios de dotación y consumo

ESCENARIOS		DOTACIÓN l/h/d	CONSUMO l/h/d
ACTUAL	Sin nuevas fuentes	298	185
	Sin reducir fugas		
	Igual sobreexplotación		
AÑO 2016 (1)	Sin nuevas fuentes	271	168
	Sin reducir fugas		
	Igual sobreexplotación		
AÑO 2016 (2)	Sin nuevas fuentes	163	101
	Sin reducir fugas		
	Eliminando sobreexplotación		

# Acciones Año 2016

## ESCENARIO 1

HIPÓTESIS	DOTACIÓN: 350 Litros diarios por habitante	
	<b>IGUAL SOBREEXPLOTACIÓN</b>	
ACCIONES CONJUNTAS	NUEVAS FUENTES	17.2 m <sup>3</sup> /s
	RECARGA Y EXTRACCIÓN	
	REDUCCIÓN DE FUGAS	

## ESCENARIO 2

HIPÓTESIS	DOTACIÓN: 350 Litros diarios por habitante	
	<b>ELIMINANDO SOBREEXPLOTACIÓN</b>	
ACCIONES CONJUNTAS	NUEVAS FUENTES	41.8 m <sup>3</sup> /s
	RECARGA Y EXTRACCIÓN	
	REDUCCIÓN DE FUGAS	

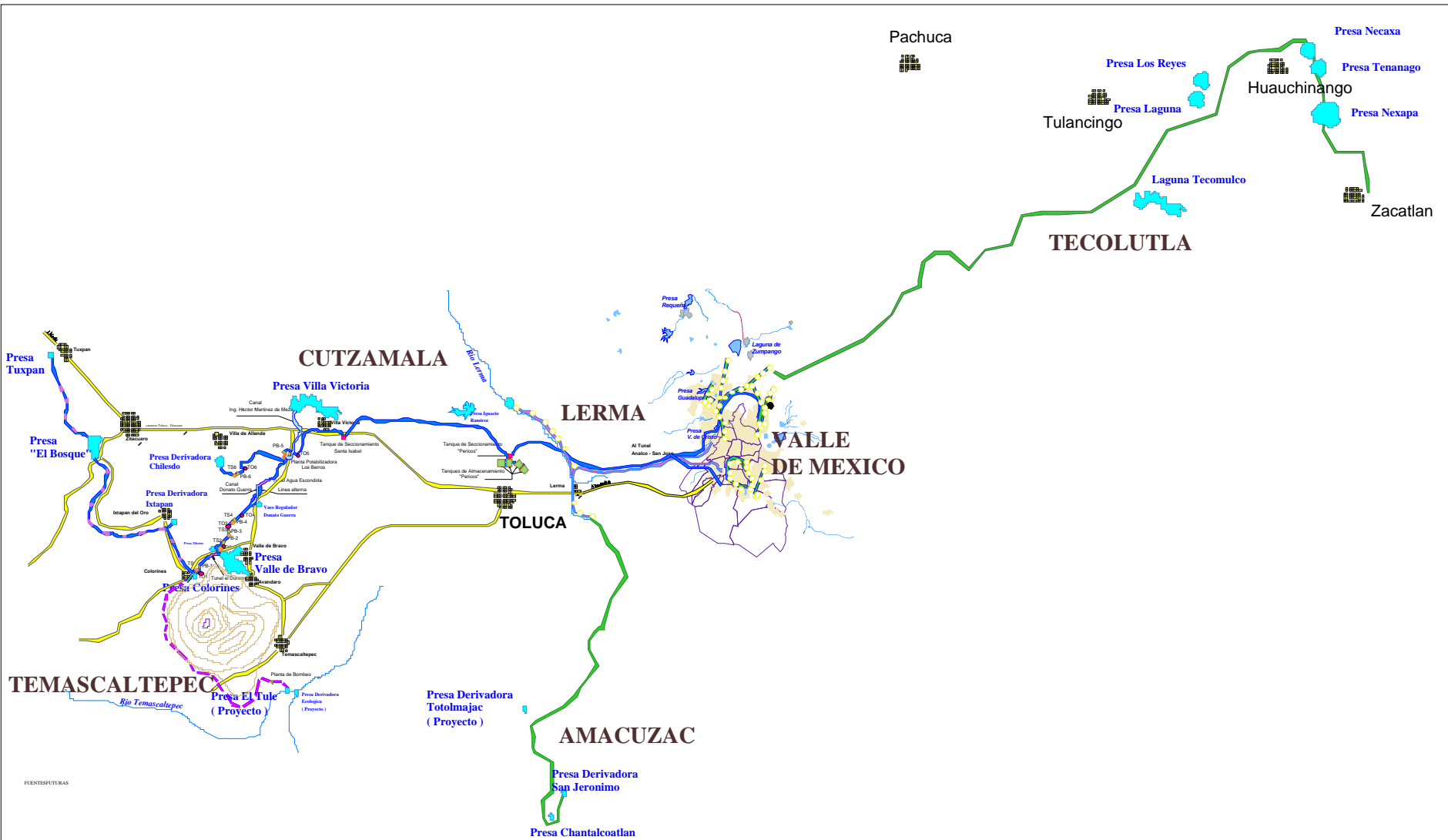
# Acciones de aumento de la oferta

ACCIÓN	(m <sup>3</sup> /s)
PROYECTO TEMASCALTEPEC	5
PROYECTO AMACUZAC	8
PROYECTO TECOLUTLA	15
PROYECTO TULA	3
RECARGA DE ACUÍFEROS Y EXTRACCIÓN	5
REDUCCIÓN DE FUGAS (1)	2.5
REDUCCIÓN DE FUGAS (2)	5.6

# Acueducto Temascaltepec



# Fuentes Externas de Abastecimiento a la ZMVM ( Futuras )



**Ciudad Mexico**  
**Ciudad de leyes**

**Foro Metropolitano**  
 "El reto: 1o. el agua"



	AVANCE
	RETORNO



# Conclusiones

- **El Valle de México no es sustentable hídricamente**
- **Su desarrollo dependerá de:**
  - 1. Las fuentes externas de aguas superficiales**
  - 2. La recarga y extracción del acuífero con aguas de lluvia y con aguas residuales tratadas**
- **La recarga con aguas de lluvia no será suficiente**
- **La recarga con aguas residuales tampoco será suficiente (aguas comprometidas en riego en Tula)**
- **En el mediano plazo se suspenderá el agua de los pozos de Lerma, por las necesidades locales**
- **Es necesario reducir gradualmente la sobreexplotación, hasta eliminarla**

# Conclusiones

- **La inversión por cada metro cúbico por segundo, será del orden de 2,500 millones de pesos**
- **Según la alternativa adoptada, la inversión necesaria entre 2007 y 2016, será entre 33,000 y 105,000 millones de pesos**
- **La alternativa de 33,000 millones de pesos implica continuar con los hundimiento y sus consecuencias**



 Ciudad de México  
 Ciudad de Leyes

**Foro Metropolitano**

**"El reto: 1o. el agua"**

**SALIR**



 [RETORNO](#)